



T S1/5/1

1/5/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014408291 **Image available**

WPI Acc No: 2002-228994/200229

XRAM Acc No: C02-069749

XRPX Acc No: N02-175970

Stage device for aligner used in lithography process, has control section that moves stage such that moments acting on stage about centroid are balanced by the applied thrust

Patent Assignee: SHARP KK (SHAF.); ISHII H (ISHI-I); SAWAI H (SAWA-I)

Inventor: ISHII H; SAWAI H

Number of Countries: 028 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 1128216	A2	20010829	EP 2001301561	A	20010221	200229 B
JP 2001238485	A	20010831	JP 200042676	A	20000221	200229
JP 2001242937	A	20010907	JP 200055243	A	20000301	200229
US 20010019229	A1	20010906	US 2001788448	A	20010221	200229
US 6538348	B2	20030325	US 2001788448	A	20010221	200325
JP 3540239	B2	20040707	JP 200055243	A	20000301	200444

Priority Applications (No Type Date): JP 200055243 A 20000301; JP 200042676 A 20000221

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

EP 1128216 A2 E 23 G03F-007/20

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR

JP 2001238485 A 10 H02P-007/00

JP 2001242937 A 9 G05D-003/12

US 20010019229 A1 H02K-041/00

US 6538348 B2 H02K-041/00

JP 3540239 B2 12 G05D-003/12 Previous Publ. patent JP 2001242937

Abstract (Basic): EP 1128216 A2

NOVELTY - A pair of linear motors apply thrust to the Y-direction stage (3). A control section moves the stage such that the moments acting on the stage about the centroid, are balanced by the applied thrust.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for:

(a) precision positioning apparatus; and

(b) stage control assembly.

USE - For aligner used in lithography process in manufacture of semiconductor element, liquid crystal display element, thin film magnetic head. Also for machine tool used for machining of workpieces and precision mechanical equipment such as measuring device.

ADVANTAGE - Since the moments acted on the stage about its centroid are balanced by the applied thrust, the stage traveling direction is not deflected to a yawing direction.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows state of centroid position of whole stage device before and after movement of Y-direction stage.

Y-direction stage (3)

pp; 23 DwgNo 5A/11

Title Terms: STAGE; DEVICE; ALIGN; LITHO; PROCESS; CONTROL; SECTION; MOVE; STAGE; MOMENT; ACT; STAGE; CENTROID; BALANCE; APPLY; THRUST

Derwent Class: L03; P56; P84; U11

International Patent Class (Main): G03F-007/20; G05D-003/12; H02K-041/00;
H02P-007/00

International Patent Class (Additional): B23Q-001/30; B23Q-001/56;
B23Q-005/28; G12B-005/00; H01L-021/027; H01L-021/68

File Segment: CPI; EPI; EngPI

?



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001238485 A**(43) Date of publication of application: **31.08.01**

(51) Int. Cl.

H02P 7/00**B23Q 1/56****B23Q 5/28****G05D 3/12****H01L 21/027**(21) Application number: **2000042676**(22) Date of filing: **21.02.00**(71) Applicant: **SHARP CORP**(72) Inventor: **SAWAI HIROYUKI
ISHII HIROSHI**(54) **STAGE EQUIPMENT**

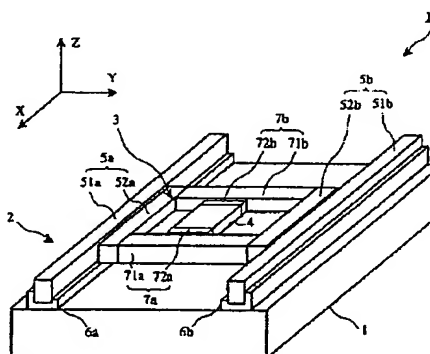
will not deflect in the yawing direction.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately move a positioning object to a target position by preventing deflection in a yawing direction which is to be caused by the displacement of the centers of gravity of the positioning object and a stage.

SOLUTION: In a state in which a wafer stage 4 is not positioned in the central part in a moving range in Y direction, difference is imparted to thrusts, Fa, Fb to be supplied to a Y-direction stage 3 from a pair of linear motors 5a, 5b, and moments Ma, Mb about the center of gravity of the Y direction stage 3, which are generated by the thrusts Fa, Fb, are made to cancel with each other. In this state, the Y-direction stage 3 is moved in X-direction. The moments Ma, Mb around the center of gravity which are generated by the thrusts, Fa, Fb cancel each other, and the thrusts Fa, Fb do not act as the torque of the Y-direction stage 3, so that the stage



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-238485

(P 2 0 0 1 - 2 3 8 4 8 5 A)

(43) 公開日 平成13年 8 月31日 (2001. 8. 31)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード' (参考)
H02P 7/00	101	H02P 7/00	101 B 3C048
B23Q 1/56		B23Q 5/28	B 5F046
5/28		G05D 3/12	S 5H303
G05D 3/12		H01L 21/30	503 A 5H540
H01L 21/027		B23Q 1/14	B
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全10頁)			

(21) 出願番号 特願2000-42676 (P 2000 - 42676)

(22) 出願日 平成12年 2 月21日 (2000. 2. 21)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 沢井 宏之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 石井 洋

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

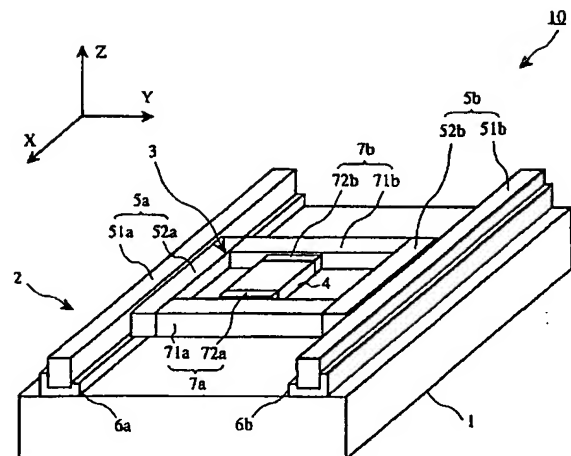
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステージ装置

(57) 【要約】

【課題】 位置決め対象物やステージの重心位置が変位することに起因するヨーイング方向の偏向を防止し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させる。

【解決手段】 ウェハステージ4がY方向の移動範囲の中央に位置していない状態では、一対のリニアモータ5a、5bからY方向ステージ3に供給する推力F a、F bに差異を与え、推力F a、F bによるY方向ステージ3の重心周りのモーメントM a、M bが互いに打ち消し合う大きさになるようにしてY方向ステージ3をX方向に移動させる。推力F a、F bによって生じる重心周りのモーメントM a、M bは互いに打ち消し合い、推力F a、F bがY方向ステージ3の回転力として作用することがなく、Y方向ステージ3はヨーイング方向に偏向することがない。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】ステージの移動方向に平行な一対のリニアモータが発生する推力によってステージを支持体上に移動させるステージ装置において、

一対のリニアモータのそれぞれから供給される推力によってステージに作用する重心周りのモーメントが釣り合う状態でステージを移動させる制御部を設けたことを特徴とするステージ装置。

【請求項 2】前記制御部は、移動方向に直交する方向におけるステージの重心位置に応じて、一対のリニアモータのそれぞれが発生する推力を相対的に変化させることを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 3】前記制御部は、ステージの重心位置を移動方向に直交する方向の中心位置に一致させた後に、ステージを移動させることを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 4】前記制御部が、ステージの移動に必要な推力を F とし、ステージの重心位置から一対のリニアモータのそれぞれの推力が作用する位置までの距離を L_a 及び L_b として、

$$F_a = F \times L_b / (L_a + L_b)$$

$$F_b = F \times L_a / (L_a + L_b)$$

により、距離 L_a 側のリニアモータの推力 F_a 及び距離 L_b 側のリニアモータの推力 F_b を算出することを特徴とする請求項 2 に記載のステージ装置。

【請求項 5】前記ステージは、位置決め対象物を互いに直交する 2 方向のいずれか一方に移動自在に載置して残る他方向に移動するステージであり、ステージにおける位置決め対象物の位置を検出する位置検出センサを設け、前記制御部は、位置検出センサの検出結果に基づいてステージに他方向の推力を供給する一対のリニアモータのそれぞれに供給すべき電流値を算出することを特徴とする請求項 4 に記載のステージ装置。

【請求項 6】前記位置決め対象物の重心位置、ステージの重心位置、位置決め対象物に対する移動力の作用点、及び、ステージに対する推力の作用点が、位置決め対象物の移動方向及びステージの移動方向に直交する方向における同一平面内に存在することを特徴とする請求項 5 に記載のステージ装置。

【請求項 7】前記ステージに推力を供給する一対のリニアモータは、ステージに固定された可動子と、支持体においてステージの移動方向に移動自在に取り付けられた固定子と、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体素子等の製造時のリソグラフィ工程に使用される露光装置、ワークに対する機械加工に使用される工作機械、及び、測定対象物の形状を測定する測定器等の精密機器に用いら

れ、ワーク等の位置決め対象物を目標位置に移動させるステージ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】位置決め対象物を目標位置に移動させる装置として、例えば、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等の製造時においてマスクパターンをウエハ等の基板上に転写するリソグラフィ工程に使用される露光装置では、位置決め対象物であるウエハを所定の露光位置に正確に位置させる必要があり、ウエハを搭載したウエハステージ、及び、ウエハステージに対して互いに直交する 2 方向（X 方向及び Y 方向）のそれぞれの推力を供給する移動機構を含むステージ装置を備えている。

【0003】このように、位置決め対象物を目標位置に正確に位置させる必要がある精密機器では、移動機構において生じた推力をバックラッシュを生じることなく高精度で位置決め対象物に供給しなければならず、また、位置決め対象物の移動時における振動等の発生を防止する必要もある。

【0004】そこで、従来の精密機器のステージ装置を構成する移動機構としては一般に、固定子に対して可動子が非接触状態で直線移動するリニアモータが用いられている。

【0005】例えば、特開平 11-168064 号公報に開示された構成では、ベース上に防振台等を介して定盤を支持し、Y ガイドバー及び Y ガイドバー搬送体を備えた X ステージを定盤上において X ガイドバーに沿って移動自在に設け、この X ステージを X 軸リニアモータを介して X 方向に駆動するとともに、X 軸リニアモータの固定子を定盤上に直動ガイドを介して X 方向に移動できるように支持し、ベースに固定された制動フレームに取り付けられた X 制動部材によって、固定子に対して X ステージを駆動する際の反力を打ち消すような制動力を与えるようにしている。

【0006】また、第 1 の Y ガイドバー搬送体の底面及び外側面にはそれぞれベアリングを構成する空気噴出部が設けられている。さらに、これらの空気噴出部の近傍には、磁石又は真空ポケット等の予圧機構が組み込まれており、第 1 の Y ガイドバー搬送体は、定盤の表面及び X ガイドバーの側面にそれぞれ一定の間隔を保ちつつ、Z 方向及び Y 方向に拘束されて X 方向に移動できる。同様に、第 2 の Y ガイドバー搬送体の底面にもエアベアリングを構成する空気噴出部及び磁石又は真空ポケット等の予圧機構が組み込まれており、Y ガイドバー搬送体も定盤の上面に一定の間隔を保ちつつ拘束されて X 方向に移動できる。

【0007】この構成により、可動部の移動時にモーメントや変形力等の発生を防止し、振動を抑制することができる。とされている。

【0008】また、特開平 8-63231 号公報に開示

された構成では、整流リニアモータを用いた可動ステージ装置であって、リニアモータは、ガイドレスステージを1方の直線運動方向に移動させ、ある平面において微動のヨー回転を行わせるようにし、単一のボイスコイルモータを保持するキャリア／従動子を、直線運動方向に動くステージを概ね追従するように制御するとともに、ボイスコイルモータは、ある平面において電磁力を与えて直線運動方向に直交する方向にステージを微動させて適正なアライメントを得るようにし、さらに、整流リニアモータの一方の要素（コイル又は磁石）を、平面上を自在に動くことのできる駆動フレームの上に設け、駆動フレームを反力によって駆動し、装置の重心位置を維持するようにした構成が開示されている。この構成では、1つのリニアモータを使用する場合には、2つのボイスコイルモータを用いてヨー回転が補正される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のステージ装置では、位置決め対象物を互いに直交する2方向について、位置決め対象物をいずれか一方方向に移動させた後に残る他方向に移動させる際に、位置決め対象物が駆動機構の駆動中心（駆動機構を他方向に平行な一対のリニアモータによって構成する場合にはリニアモータ間の中央の位置）に位置していない場合がある。また、位置決め対象物の形状により、移動方向である2方向のそれぞれに直交する方向における位置決め対象物の重心位置が駆動機構の駆動中心に位置していない場合がある。このような状態で位置決め対象物を移動させると、位置決め対象物がヨーイング方向又はピッチング方向に偏向し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができなくなる問題がある。

【0010】この発明の目的は、位置決め対象物の移動時に、位置決め対象物やステージの重心位置が変位することに起因するヨーイング方向又はピッチング方向の偏向を防止し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができるステージ装置を提供すること、及び、ステージの移動による支持体の振動を抑制し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができるステージ装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するための手段として、以下の構成を備えている。

【0012】(1) ステージの移動方向に平行な一対のリニアモータが発生する推力によってステージを支持体上に移動させるステージ装置において、一対のリニアモータのそれぞれから供給される推力によってステージに作用する重心周りのモーメントが釣り合う状態でステージを移動させる制御部を設けたことを特徴とする。

【0013】この構成においては、ステージの移動時にステージの重心周りのモーメントが釣り合った状態にさ

れる。したがって、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することがない。

【0014】(2) 前記制御部は、移動方向に直交する方向におけるステージの重心位置に応じて、一対のリニアモータのそれぞれが発生する推力を相対的に変化させることを特徴とする。

【0015】この構成においては、移動方向に直交する方向におけるステージの重心位置に応じてステージの移動時にステージの重心周りのモーメントが釣り合うように一対のリニアモータのそれぞれの推力が決定される。したがって、移動方向に直交する方向におけるステージの重心位置にかかわらず、一対のリニアモータのそれぞれの推力によってステージに作用する重心周りのモーメントが釣り合い、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することがない。

【0016】(3) 前記制御部は、ステージの重心位置を移動方向に直交する方向の中心位置に一致させた後に、ステージを移動させることを特徴とする。

【0017】この構成においては、ステージの重心位置が移動方向に直交する方向の中心に位置する状態でステージが移動する。したがって、一対のリニアモータのそれぞれの推力を互いに同一に維持しておくことにより、常に、一対のリニアモータのそれぞれの推力によってステージに作用する重心周りのモーメントが釣り合い、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することがない。

【0018】(4) 前記制御部が、ステージの移動に必要な推力をFとし、ステージの重心位置から一対のリニアモータのそれぞれの推力が作用する位置までの距離をL_a及びL_bとして、

$$F_a = F \times L_b / (L_a + L_b)$$

$$F_b = F \times L_a / (L_a + L_b)$$

により、距離L_a側のリニアモータが発生すべき推力F_a及び距離L_b側のリニアモータが発生すべき推力F_bを算出することを特徴とする。

【0019】この構成においては、ステージの重心位置から一対のリニアモータのそれぞれの推力が作用する位置までの距離L_a及びL_bに基づいて、ステージを移動させるために必要な各リニアモータの推力F_a及びF_bが算出される。したがって、各リニアモータの推力とステージにおける重心位置から推力の作用点までの距離との積として求められる重心周りのモーメントが釣り合う状態で、ステージの移動に必要な推力が一対のリニアモータに分配される。

【0020】(5) 前記ステージは、位置決め対象物を互いに直交する2方向のいずれか一方方向に移動自在に載置して残る他方向に移動するステージであり、ステージにおける位置決め対象物の位置を検出する位置検出センサを設け、前記制御部は、位置検出センサの検出結果に基づいてステージに他方向の推力を供給する一対のリニア

10

20

30

40

50

モータのそれぞれに供給すべき電流値を算出することを特徴とする。

【0021】この構成においては、ステージの移動方向に直交する方向における位置決め対象物の位置の検出結果に基づいて、ステージに推力を供給する一対のリニアモータに対する電流値が算出される。したがって、位置決め対象物の位置によって決定されるステージの重心位置に基づいて算出された電流値に応じた推力が一対のリニアモータのそれぞれからステージに供給され、ステージは重心周りのモーメントが釣り合った状態で移動する。

【0022】(6) 前記位置決め対象物の重心位置、ステージの重心位置、位置決め対象物に対する移動力の作用点、及び、ステージに対する推力の作用点が、位置決め対象物の移動方向及びステージの移動方向に直交する方向における同一平面内に存在することを特徴とする。

【0023】この構成においては、位置決め対象物の移動方向及びステージの移動方向に直交する方向における同一平面内に、位置決め対象物の重心位置及び移動力の作用点、並びに、ステージの重心位置及び推力の作用点が位置する。したがって、位置決め対象物に供給される移動力、及び、ステージに供給される推力によって位置決め対象物にピッチング方向のモーメントが生じることがない。

【0024】(7) 前記ステージに推力を供給する一対のリニアモータは、ステージに固定された可動子と、支持体においてステージの移動方向に移動自在に取り付けられた固定子と、を含むことを特徴とする。

【0025】この構成においては、ステージに推力を供給するリニアモータの固定子が、ステージの移動方向に移動自在にして支持体に取り付けられる。したがって、ステージの移動時にリニアモータの固定子に作用する反力が支持体に作用することがなく、支持体に振動を生じることがない。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の実施形態に係るステージ装置の構成を示す外観図である。ステージ装置10は、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等の製造時においてマスクパターンをウエハ等の基板上に転写するリソグラフィ工程に使用される露光装置に適用され、ウエハを互いに直交するX方向及びY方向において所定範囲内の任意の目標位置に移動させる。このステージ装置10は、除振台1の上面に構成されるX方向ステージ2、X方向ステージ2上をX方向に移動自在にされたY方向ステージ3、及び、Y方向ステージ3上をX方向に直交するY方向に移動自在にされたウエハステージ4によって構成されている。

【0027】除振台1は、図示しないベース上に設置され、外部の振動をX方向ステージ2に伝達しないための除振構造を備えている。X方向ステージ2は、X方向に

平行な一対のリニアモータ5a、5bによって構成されている。より詳細には、X方向ステージ2は、ガイド部材6a、6bを介して除振台1の上面にX方向に移動自在にして取り付けられたリニアモータ5a、5bの固定子51a、51bによって構成されている。Y方向ステージ3は、X方向に直交するY方向に平行な一対のリニアモータ7a、7bを備えている。より詳細には、Y方向ステージ3は、一対のリニアモータ7a、7bの固定子71a、71b、及び、一対のリニアモータ5a、5bの可動子52a、52bによって構成されている。即ち、Y方向ステージ3は、所定の間隔を設けて互いに平行に配置された一対のリニアモータ7a、7bの固定子71a、71bのY方向の両端に、一対のリニアモータ5a、5bの可動子52a、52bを固定したものである。ウエハステージ4は、X方向の両端に一対のリニアモータ7a、7bの可動子72a、72bを固定し、上面にウエハが搭載される。

【0028】この構成により、Y方向ステージ3は、一対のリニアモータ5a、5bから供給される推力によってX方向ステージ2上をX方向に移動する。また、ウエハステージ4は、一対のリニアモータ7a、7bから供給される推力によってY方向ステージ3上をY方向に移動する。Y方向ステージ3におけるウエハステージ4のY方向の位置が変化すると、Y方向ステージ3におけるY方向の重量配分が変化し、Y方向ステージ3の重心位置がY方向に変位する。

【0029】なお、上記のように構成したステージ装置10において、本来はウエハステージ4上に搭載されるウエハが位置決め対象物であるが、ウエハはウエハステージ4上の位置を固定して載置されるため、X-Y平面におけるウエハの位置はウエハステージ4とともに変位する。したがって、ウエハステージ4がこの発明の位置決め対象物に相当し、Y方向ステージ3が同じくステージに相当する。

【0030】図2は、上記ステージ装置の構造を示す断面図である。図2に示すように、ステージ装置10では、X方向及びY方向に直交するZ方向において、Y方向ステージ3の重心位置G3とウエハステージ4の重心位置G4とは、同一位置にある。また、Z方向において、リニアモータ5a、5bにおける固定子51a、51bの中心位置と可動子52a、52bの中心位置とは一致しており、リニアモータ7a、7bにおける固定子71a、71bの中心位置と可動子72a、72bの中心位置とは一致している。この構成において、リニアモータ5a、5bにおける固定子51a、51bと可動子52a、52bとの対向位置がY方向ステージ3の推力の作用点であり、リニアモータ7a、7bにおける固定子71a、71bと可動子72a、72bとの対向位置がウエハステージ4の移動力の作用点である。

【0031】したがって、Z方向において、Y方向ステ

ージ3におけるリニアモータ5a, 5bからの推力の作用点、及び、ウエハステージ4におけるリニアモータ7a, 7bからの推力の作用点は、同一位置にある。

【0032】このように構成されていることから、Y方向ステージ3がX方向ステージ2上をX方向に移動する際、及び、ウエハステージ4がY方向ステージ3上をY方向に移動する際に、Y方向ステージ3及びウエハステージ4にピッチング方向のモーメントが作用することがない。

【0033】図3は、上記ステージ装置の制御部の構成を示すブロック図である。上記ステージ装置10の制御部20は、マイクロコンピュータによって構成された制御回路21に、変位検出センサ22及びリニアモータ駆動回路23～26を接続して構成されている。変位検出センサ22は、レーザ干渉計等によって構成されており、Y方向ステージ3におけるウエハステージ4のY方向の位置、及び、移動速度を検出する。リニアモータ駆動回路23～26のそれぞれには、リニアモータ5a, 5b, 7a, 7bのそれぞれが接続されている。また、制御回路21には、図外の入力回路を介して目標位置データが入力される。この目標位置データは、ステージ装置10のX-Y平面においてウエハステージ4に載置されたウエハを位置させるべき場所を特定するデータである。

【0034】制御回路21は、変位検出センサ22の検出データに基づいてリニアモータ駆動回路23～26に駆動データを出力することにより、リニアモータ5a, 5bの可動子52a, 52bを備えたY方向ステージ3、及び、リニアモータ7a, 7bの可動子72a, 72bを備えたウエハステージ4の移動動作をフィードバック制御し、ウエハステージ4に載置されたウエハを目標位置に位置させる。リニアモータ駆動回路23～26は、制御回路21から出力された駆動データに応じた電流をリニアモータ5a, 5b, 7a, 7bの固定子51a, 51b, 71a, 71bに供給する。なお、可動子52a, 52b, 72a, 72bに電流を供給する場合もある。

【0035】なお、変位検出センサ22は、少なくともウエハステージ4の位置を検出することができるセンサであればよい。

【0036】図4は、上記ステージ装置の制御部における処理手順の一部を示すフローチャートである。ステージ装置10の制御部20を構成する制御回路21は、目標位置データが入力されると、ステージ装置10のX-Y平面におけるウエハの現在位置と目標位置との差を算出し、この差に基づいてリニアモータ駆動回路23～26を介してリニアモータ5a, 5b, 7a, 7bを駆動する。この時、リニアモータ5a, 5bを駆動してY方向ステージ3をX方向に移動させる場合には、制御回路21は、ウエハステージ4がY方向ステージ3内のY方

向の移動範囲においてY方向ステージ3の重心をリニアモータ5a, 5bの間の中央に位置させる位置にあるかを判別する(101)。

【0037】なお、上記ステージ装置10では、Y方向ステージ3及びウエハステージ4がY方向について左右対称に構成されているとともに、Y方向ステージ3におけるY方向の両端にリニアモータ5a, 5bの可動子52a, 52bが取り付けられていることから、ウエハステージ4における中央部にウエハが載置されている限り、ウエハステージ4がY方向の移動範囲における中央部に位置している状態でY方向ステージ3の重心がリニアモータ5a, 5bの間の中央に位置する。

【0038】ウエハステージ4がY方向の移動範囲における中央部に位置している場合には、制御回路21は、X方向についてのウエハステージ4の現在位置と目標位置との差に基づいて、リニアモータ駆動回路23, 24を介してリニアモータ5a, 5bを同一の状態で駆動し(102)、Y方向ステージ3の両端に同一の推力を作用させ、ウエハステージ4をY方向ステージ3とともに目標位置まで移動させる(103)。

【0039】ウエハステージ4がY方向の移動範囲における中央部に位置していない場合には、制御回路21は、Y方向ステージ3の移動前にウエハステージ4をY方向の移動範囲の中央に移動させる処理が許可されているかどうかの判別を行い(104)、ウエハステージ4をY方向の移動範囲の中央に移動させた後にY方向ステージ3を移動させる処理が予め許可されている場合には、Y方向についてのウエハステージ4の現在位置とY方向の移動範囲の中央位置との差に基づいて、リニアモータ駆動回路25, 26を介してリニアモータ7a, 7bを駆動し、ウエハステージ4をY方向の移動範囲の中央に移動させた後(105)、Y方向ステージ3をX方向に移動させる(105→102, 103)。

【0040】ウエハステージ4をY方向の移動範囲の中央に移動させた後にY方向ステージ3を移動させる処理が予め許可されていない場合には、制御回路21は、Y方向についてのウエハステージ4の現在位置に基づいてY方向ステージ3の重心位置を算出し(106)、この算出結果に基づいて重心周りのモーメントを作用させることなくY方向ステージ3を移動させるためのリニアモータ5a, 5bのそれぞれに発生させるべき推力を求め(107)、さらに、この推力を実現する電流をリニアモータ5a, 5bに供給してY方向ステージ3を移動させる(108, 109)。

【0041】上記の101～105の処理により、ステージ装置10の制御部20は、Y方向ステージ3の移動方向(X方向)に直交するY方向の重心位置に影響を与えるウエハステージ4が、Y方向の移動範囲の中央に位置している状態でY方向ステージ3をX方向に移動させる。これによって、Y方向ステージ3のY方向の重心が

Y方向ステージ3にX方向の推力を与える一対のリニアモータ5a, 5bの間隔における中央部に位置する状態で、リニアモータ5a, 5bのそれぞれから同一の大きさの推力Fa, FbがY方向ステージ3に供給される。このため、Y方向ステージ3の重心周りには、リニアモータ5a, 5bから供給される推力Fa, FbのそれぞれにY方向ステージ3の重心からリニアモータ5a, 5bまでの距離La, Lbのそれぞれを乗算したモーメントMa, Mbが作用する。

【0042】ここで、推力Fa, Fbは互いに同一であり、距離La, Lbも互いに同一であることから、モーメントMa, Mbの大きさも互いに同一である。また、Y方向ステージ3の重心に対してリニアモータ5a, 5bは互いに反対側に位置していることから、Y方向ステージ3の重心周りについてモーメントMa, Mbは互いに反対方向に作用する。したがって、モーメントMa, Mbは互いに打ち消し合い、推力Fa, FbがY方向ス

$$F_a = F \times L_b / (L_a + L_b)$$

$$F_b = F \times L_a / (L_a + L_b)$$

により算出した推力Fa, Fbを発生するように、リニアモータ5a, 5bを駆動してY方向ステージ3をX方向に移動させる。なお、式1, 2において、FはY方向ステージ3を目標位置まで移動させるために必要な推力であり、推力Fa, Fbの合力である。

【0044】これによって、Y方向ステージ3に供給される推力Fa, Fbによって、Y方向ステージ3の重心周りに生じるモーメントMa, Mbの大きさが互いに同一になる。したがって、モーメントMa, Mbは互いに打ち消し合い、推力Fa, FbがY方向ステージ3の回転力として作用することがなく、Y方向ステージ3はヨーイング方向に偏向することがない。

【0045】図5は、上記ステージ装置全体の重心位置のY方向ステージの移動前後における状態を示す図である。リニアモータ5a, 5bの固定子51a, 51bは、Y方向ステージ3の移動時にY方向ステージ3に取り付けられている可動子52a, 52bから反力Ra, Rbを受ける。この反力Ra, Rbは、Y方向ステージ3の移動時における摩擦抵抗を無視した場合、

$$R_a = -F_a$$

$$R_b = -F_b$$

である。

【0046】ステージ装置10では、図1に示したように、Y方向ステージ3に推力を供給するリニアモータ5a, 5bの固定子51a, 51bを、除振台1の上面においてガイド部材6a, 6bによってY方向ステージ3の移動方向と同一方向に移動自在に支持している。した

$$X_s = \iint (F(t) / M) \cdot dt^2$$

$$X_s \cdot M = \iint F(t) dt^2$$

で求め、リニアモータ5aの固定子51aの移動量Xaは、固定子51aの質量をMaとして、上記式1及び

テージ3の回転力として作用することがなく、Y方向ステージ3はヨーイング方向に偏向することがない。

【0043】また、上記の106~109の処理により、ステージ装置10の制御部20は、ウエハステージ4がY方向の移動範囲の中央に位置していない状態で、Y方向ステージ3をX方向に移動させる場合には、一対のリニアモータ5a, 5bからY方向ステージ3に供給する推力Fa, Fbの間に差異を与え、推力Fa, FbによるY方向ステージ3の重心周りのモーメントMa, Mbが互いに打ち消し合う大きさになるようにしてY方向ステージ3をX方向に移動させる。即ち、制御部20は、変位検出センサ22によるウエハステージ4のY方向の移動範囲における位置の検出結果に基づいてY方向ステージ3のY方向の重心位置を求め、得られた重心位置からリニアモータ5a, 5bまでの距離La, Lbを用いて、

$$\dots \text{式1}$$

$$\dots \text{式2}$$

がって、リニアモータ5a, 5bの固定子51a, 51bに反力Ra, Rbが作用した場合に、除振台1上を固定子51a, 51bがY方向ステージ3と反対側に移動し、除振台1に振動を生じないようにしている。

【0047】このように、ステージ装置1では、Y方向ステージ3の移動による反力によって除振台1上を固定子51a, 51bが移動するようにしているため、上記106~108の処理によりリニアモータ5a, 5bの固定子51a, 51bに異なる大きさの反力が作用した場合には、リニアモータ5a, 5bの固定子51a, 51bの重心位置が変動することにより、Y方向ステージ3の移動前後において、ステージ装置10全体の重心位置が変位し、ステージ装置10に振動を生じる可能性を考慮する必要がある。

【0048】Y方向ステージ3の重心位置がリニアモータ5a, 5bの間隔の中央位置に一致していない場合には、制御部20はリニアモータ5a, 5bに上記式1, 2によって算出した推力Fa, Fbを発生させ、図5(A)に示すように、Y方向ステージ3の重心位置Gsからリニアモータ5a, 5bまでの距離La, Lbが、La < Lbである場合にはFa > Fbであり、Ra > Rbとなる。このため、リニアモータ5a, 5bのそれぞれはY方向ステージ3の移動後において図5(B)に示すように移動する。

【0049】このとき、Y方向ステージ3の移動量Xsは、Y方向ステージ3の質量をMとして、

$$\dots \text{式3}$$

式3より、

$$\begin{aligned} X_a &= \iint (F(t)/M_a) \cdot dt^2 \\ &= (L_b/L) \cdot (M/M_a) \cdot X_s \quad \dots \text{式4} \end{aligned}$$

で求め、リニアモータ5bの固定子51bの移動量X_sより、
bは、固定子51bの質量をM_bとして、上記式2及び

$$\begin{aligned} X_b &= \iint (F(t)/M_b) \cdot dt^2 \\ &= (L_a/L) \cdot (M/M_b) \cdot X_s \quad \dots \text{式5} \end{aligned}$$

で求まる。

【0050】ここで、M_a=M_b=M/2と仮定した場合

合、移動後における固定子51a、51bの重心位置G_{yn}は、

$$\begin{aligned} X_a &= 2X_s \cdot (L_b/L) \\ X_b &= 2X_s \cdot (L_a/L) \\ (X_a + X_b)/2 &= X_s \cdot \{ (L_b/L) + (L_a/L) \} \\ &= X_s \end{aligned}$$

より、図5(B)に示すように、Y方向ステージ3の重心位置G_{sn}の反対側に移動量X_sだけ移動した位置にある。

【0051】このように、Y方向ステージ3の移動によって固定子51a、51bは、Y方向ステージ3の移動量X_sと同じ距離だけ、Y方向ステージ3と反対側に移動するため、ステージ装置10全体の重心Gは移動しない。したがって、Y方向ステージ3及び固定子51a、

51bの移動によってステージ装置10全体に振動を生じることなく、ウェハステージ4を目標位置に正確かつ円滑に移動させることができる。

【0052】次に、M_a=M_b=M/2と仮定しない場合、固定子51a、51bの移動量X_a、X_bは、Y方向ステージ3の移動量をX_sとして、上記式4、5より、

$$X_a = (M/M_a) \cdot (L_b/L) \cdot X_s \quad \dots \text{式6}$$

$$X_b = (M/M_b) \cdot (L_a/L) \cdot X_s \quad \dots \text{式7}$$

となる。移動前におけるY方向ステージ3の重心位置G_sの座標を(0, L_a)とし、固定子51a、51bの重心位置G_a、G_bの座標を(0, 0)、(0, L)と

するとともに、ステージ装置10全体の重心位置Gの座標(X, Y)とすると、X方向について、明らかに、

$$X=0$$

・・・式8

である。また、重心周りのモーメントの釣り合いより、
M_a・Y+M(Y-L_a)+M_b(Y-L)=0

が得られ、これより、Y方向について、

$$Y = (M \cdot L_a + M_b \cdot L) / (M + M_a + M_b) \quad \dots \text{式9}$$

となる。

$$30 \quad M_a(X - X_a) + M(X + X_s) + M_b(X - X_b) = 0$$

【0053】一方、移動後におけるY方向ステージ3の重心位置G_sの座標は(X_s, L_a)、また、固定子51a、51bの重心位置G_a、G_bの座標は(-X_a, 0)、(-X_b, L)で表すことができる。このとき、ステージ装置10全体の重心位置Gの座標(X, Y)は、重心周りのモーメントの釣り合いから、

が得られ、これに式6、7を代入すると、

$$(M + M_a + M_b)X - M \cdot X_s(L_b/L) - M \cdot X_s(L_a/L) + M \cdot X_s = 0$$

となり、これより、X方向について、

$$X=0$$

・・・式10

となる。また、

より、Y方向について、

$$M_a \cdot Y + M(Y - L_a) + M_b(Y - L) = 0$$

$$Y = (M \cdot L_a + M_b \cdot L) / (M + M_a + M_b) \quad \dots \text{式11}$$

となる。

できる。

【0054】この結果、式8は式10と等しく、式9は式11と等しいことから、ステージ装置10全体の重心位置Gの座標は移動の前後において変化せず、Y方向ステージ3及び固定子51a、51bが移動することによってステージ装置10全体に振動を生じることがなく、ウェハステージ4を目標位置に正確かつ円滑に移動させることができることになる。

【0056】(1) ステージの移動時にステージの重心周りのモーメントを釣り合った状態にすることにより、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することを防止することができ、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができる。

【0055】

【発明の効果】この発明は、以下の効果を奏することが

【0057】(2) 移動方向に直交する方向におけるステージの重心位置に応じてステージの移動時にステージの重心周りのモーメントが釣り合うように一対のリニアモータのそれぞれの推力を決定することにより、移動方向

に直交する方向におけるステージの重心位置にかかわらず、一対のリニアモータのそれぞれの推力によってステージに作用する重心周りのモーメントの釣り合いを取ることができ、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することを防止して位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができる。

【0058】(3) ステージの重心位置が移動方向に直交する方向の中心に位置する状態でステージを移動させることにより、一対のリニアモータのそれぞれの推力を互いに同一に維持しておけば、常に、一対のリニアモータのそれぞれの推力によってステージに作用する重心周りのモーメントの釣り合いを取ることができ、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することを防止して位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができる。

【0059】(4) ステージの重心位置から一対のリニアモータのそれぞれの推力が作用する位置までの距離 L_a 及び L_b に基づいて、ステージを移動させるために必要な各リニアモータの推力 F_a 及び F_b を算出することにより、各リニアモータの推力とステージにおける重心位置から推力の作用点までの距離との積として求められる重心周りのモーメントが釣り合う状態で、ステージの移動に必要な推力を一対のリニアモータに分配することができ、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することを防止して位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができる。

【0060】(5) ステージの移動方向に直交する方向における位置決め対象物の位置の検出結果に基づいて、ステージに推力を供給する一対のリニアモータに対する電流値を算出することにより、位置決め対象物の位置によって決定されるステージの重心位置に基づいて算出された電流値に応じた推力を一対のリニアモータのそれぞれからステージに供給することができ、ステージを重心周りのモーメントが釣り合った状態で移動させることができるため、ステージの移動方向がヨーイング方向に偏向することを防止して位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができる。

【0061】(6) 位置決め対象物の移動方向及びステー

ジの移動方向に直交する方向における同一平面内に、位置決め対象物の重心位置及び移動力の作用点、並びに、ステージの重心位置及び推力の作用点を位置させることにより、位置決め対象物に供給する移動力、及び、ステージに供給する推力によって位置決め対象物にピッチング方向のモーメントを生じることがなく、位置決め対象物を安定した状態で移動させることができる。

【0062】(7) ステージに推力を供給するリニアモータの固定子を、ステージの移動方向に移動自在にして支持体に取り付けることにより、ステージの移動時にリニアモータの固定子に作用する反力が支持体に作用しないようにし、支持体に振動を生じることが防止することができ、位置決め対象物を目標位置に正確かつ安定して移動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態に係るステージ装置の構成を示す外観図である。

【図2】上記ステージ装置の構造を示す断面図である。

【図3】上記ステージ装置の制御部の構成を示すブロック図である。

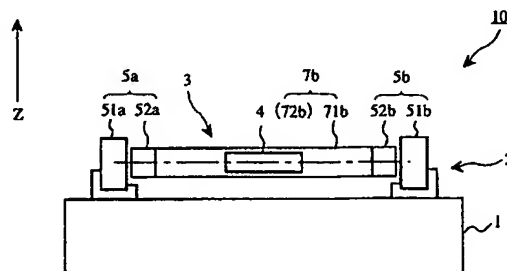
【図4】上記ステージ装置の制御部における処理手順の一部を示すフローチャートである。

【図5】上記ステージ装置全体の重心位置のY方向ステージの移動前後における状態を示す図である。

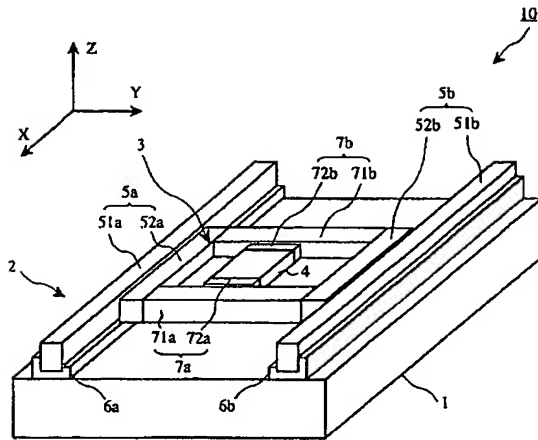
【符号の説明】

- 1 除振台（支持体）
- 2 X方向ステージ
- 3 Y方向ステージ
- 4 ウエハステージ
- 5a, 5b, 7a, 7b リニアモータ
- 51a, 51b, 71a, 71b 固定子
- 52a, 52b, 72a, 72b 可動子
- 6a, 6b ガイド部材
- 10 ステージ装置
- 20 制御部
- 21 制御回路
- 22 変位検出センサ
- 23～26 リニアモータ駆動回路

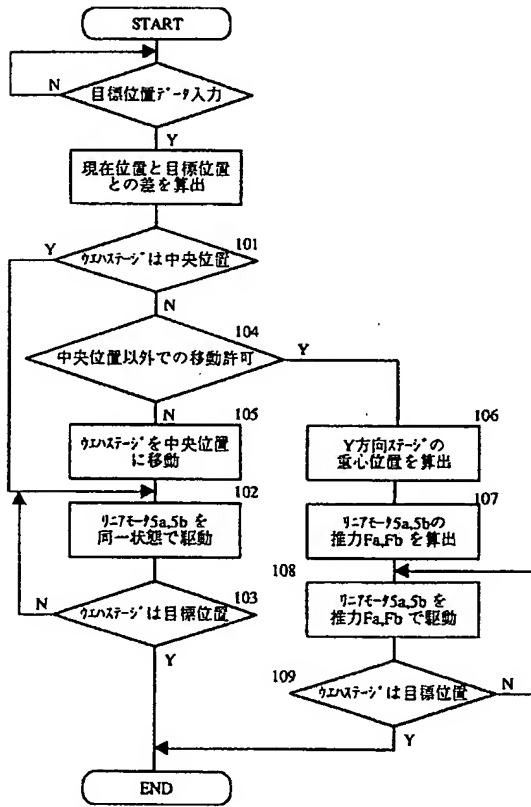
【図2】



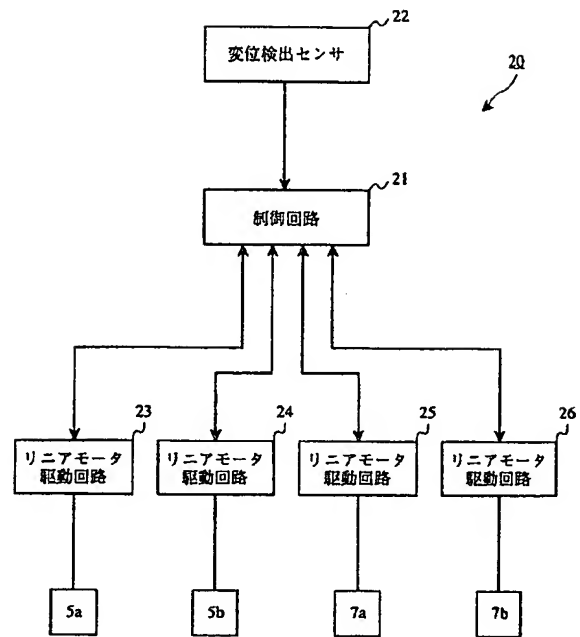
【図1】



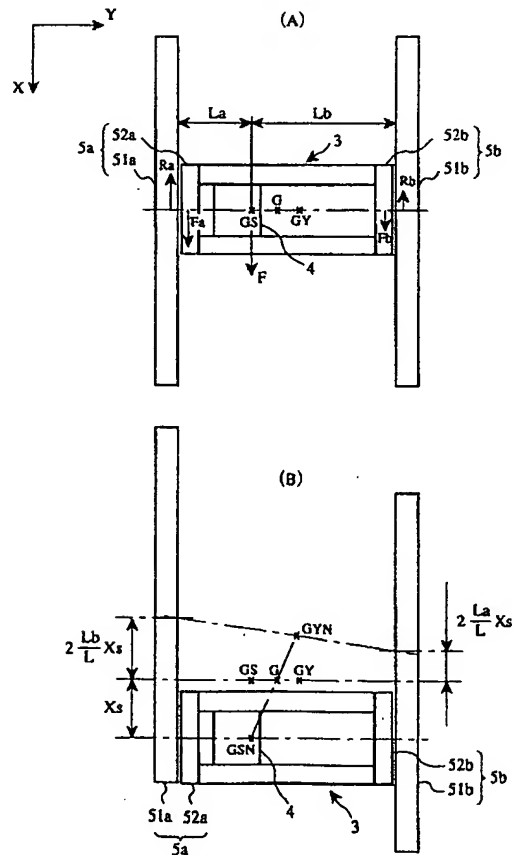
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3C048 BC02 DD06 DD26 EE06 EE10
5F046 AA23 CC01 CC03 CC16 CC17
DA07 DB05 DC10
5H303 AA06 BB02 BB07 BB12 CC03
CC08 DD04 EE03 GG13 JJ05
KK02 LL03
5H540 AA01 AA06 AA10 BB07 EE02
FA01